

Adina Haarti ja Vilma Pietilä
KALVO-OIKOMINEN HAMMASLÄÄKÄRIN TYÖVÄLINEENÄ
TUTKIMUSTULOSTEN VALOSSA

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Kevätlukukausi 2021

Adina Haarti ja Vilma Pietilä

Turun yliopisto

Lääketieteellinen tiedekunta

Hammaslääketieteen laitos, ortodontia

Kevätlukukausi 2021

Ohjaaja: Kari Rantavuori

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

TURUN YLIOPISTO
Hammaslääketieteen laitos

Adina Haarti ja Vilma Pietilä: Kalvo-oikominen hammaslääkärin työvälineenä

Syventävien opintojen kirjallinen työ
Ortodontia
Kevätlukukausi 2021

Tässä kirjallisuuskatsauksessa etsittiin tieteellisiin julkaisuihin perustuvaa tietoa kalvo-oikomisesta ja sen käytöstä hammaslääkärin työvälineenä. Katsauksessa selvitettiin kalvo-oikomisen hoitotuloksia, käyttökohteita ja vaikutuksia hampaistoon ja verrattiin tuloksia kiinteäkojehoidoilla aikaansaatuihin tuloksiin. Tavoitteena oli myös selvittää, löytyykö oikomishoidon erikoishammaslääkäreiden ja peruskoulutettujen hammaslääkärien suorittamien hoitojen välillä eroa hoitotulosten tai potilasvalinnan osalta.

Kirjallisuuskatsaus koostuu PubMed-tietokannasta löydetystä julkaisuista. Kirjallisuuskatsaukseen sisällytettiin kalvo-oikomista käsittelevät tieteelliset julkaisut ajalta 1.1.2011–31.3.2021. Hakulausekkeella PubMedin tietokannasta löytyi 273 julkaisua, joista katsaukseen valikoitui 25 kappaletta. Katsaukseen valitut julkaisut olivat englanninkielisiä ja käsitelivät kalvohoidon toteutusta, käyttökohteita ja ennustettavuutta, kalvo-oikomisen oikomistuloksia ja oikomiseen käytettyä aikaa sekä kalvo-oikomisen vaikutuksia parodontiumiin ja juuriresorption syntyyn kiinteäkojehoitoon verrattuna. Muut käytetyt lähteet löytyivät näiden julkaisujen lähdeluetteloista.

Kirjallisuuskatsauksessa selvitettiin, mihin purentavirheisiin kalvo-oikomista voidaan suositella ja mihin purentavirheisiin menetelmä ei sovellu hyvin. Katsauksessa saatiin selville, että kalvohoitosten ennustettavuus vertikaali- ja rotaatioliikkeissä on haastavaa. Kalvoilla toteutettujen hoitojen kesto on lyhyempi lieviä ja kohtalaisia ahtaustiloja hoidettaessa. Kalvoilla näyttää olevan kiinteitä kohteita vähäisempi vaikutus kiinnityskudoksiin ja juuriresorption määrä näyttää olevan vähäisempää. Katsauksessa löydettiin pieniä eroja oikomishoidon erikoishammaslääkärien ja yleishammaslääkärien valitsemien potilasryhmien välillä. Kalvo-oikominen on verrattain uusi oikomismenetelmä ja aiheesta olevia tutkimuksia on edelleen rajatusti ja tutkimustulokset ovat osittain ristiriitaisia.

Avainsanat: Kalvo-oikominen, hampaiden siirtyminen, hoitoaika, parodontium, juuriresorptio, oikomishoidon erikoishammaslääkärit, yleishammaslääkärit

Sisällys

TERMIT	5
1. AINEISTO JA MENETELMÄT	6
2. JOHDANTO	7
2.1. Kalvohoidon käytännön toteutus	8
3. KALVO-OIKOMISEN KÄYTTÖKOHTEET	11
4. HAMPaidEN SIIRRON ENNUSTAMINEN KALVO-OIKOMISHOIDOSSA	14
5. KALVO-OIKOMISEN JA KIINTEÄKOJEHOIDON EROT	16
5.1. Oikomisen tulokset	16
5.2. Oikomishoitoon käytetty aika	18
5.3. Parodontium	20
5.4. Juuriresorptiot	22
6. KALVO-OIKOMINEN YLEIS- JA ERIKOISHAMMASLÄÄKÄRIN TYÖKALUNA	26
7. POHDINTA	30
LÄHTEET	36

TERMIT

Attachment: Hampaaseen sidostettava muoto yhdistelmämuovista, jonka avulla pyritään lisäämään kalvon retentiota tietyillä hampailla, otepinta

Interokklusaalinen: hampaiden okklusaalipintojen välinen tila eli hampaiden purupintojen välinen tila

Sagittaalitaso: kuviteltu taso, joka jakaa kehon oikeaan ja vasempaan puoliskoon

Okklusaaliset kontaktit: kohdat, missä hampaiden purupinnat purevat yhteen

Prokлинаatio: etuhampaiden labiaalinen kallistuneisuus

Angulaatio: tässä katsauksessa tarkoitetaan hampaiden mesio-distaalista kallistuskulmaa

Inkлинаatio: kallistaminen, bukkio-linguaalinen kallistuskulma

1. AINEISTO JA MENETELMÄT

Tässä kirjallisuuskatsauksessa käytettiin PubMed-tietokannan niitä julkaisuja, jotka käsittelivät kalvo-oikomista valituista aihealueista. Erityisesti tutkittiin kalvo-oikomisen ja kiinteäkojehoidon eroja hoitotulosten ja käyttökohteiden osalta sekä pyrittiin selvittämään, millaisia vaikutuksia oikomishoidoilla on parodontiumiin ja juuriresorptioiden syntyyn. Katsaukseen valittiin myös julkaisuja, jotka vertailivat erikoishammaslääkäreiden sekä peruskoulutettujen hammaslääkäreiden toteuttamia kalvo-oikomishoitoja. Katsaukseen sisällytettiin julkaisut ajalta 1.1.2011–31.3.2021.

Tutkimukset haettiin PubMedistä hakulausekkeella

“Orthodontic Appliances, Removable”[Mesh] AND Orthodontist* AND
general dentist*, clear aligner* AND dentistry, Clear aligner* AND treatment*
OR Clear aligner*

Lisäksi lähteenä käytettiin hakutulokseksi saatujen tutkimusten lähdeviitteitä.

Hakulausekkeella PubMedin tietokannasta löytyi 273 julkaisua ajanjaksolta 1.1.2011– 31.3.2021. Tähän kirjallisuuskatsaukseen niistä valikoitui 25. Loput katsaukseen sisällytetyt julkaisut löytyivät näiden julkaisujen lähdeluetteloista. Aineistosta rajattiin pois 248 PubMedin hakutuloksissa ollutta artikkelia, koska ne eivät sisältäneet kirjallisuuskatsauksen aiheeseen liittyvää tietoa tai ne eivät täyttäneet hyvän tieteellisen julkaisutavan kriteerejä.

2. JOHDANTO

Aikuisten kasvava kiinnostus oikomishoitoa kohtaan on synnyttänyt tarpeen oikomismenetelmille, jotka ovat samaan aikaan esteettisempiä ja mukavampia kuin perinteiset kiinteät kojeet (Weir ym. 2017). Kehitykseen on vaikuttanut aikuisten potilaiden sekä yhteiskunnan vaatimukset esteettisemmille hoitovaihtoehtojille kiinteisiin kojeisiin verrattuna (Best ym. 2017). Potilailla on halu vaikuttaa oikomiskojeiden ulkonäköön. Monet potilaat haluavat piilottaa metalliset kiinteät kojeet ja tämän takia ottavat selvää esteettisemmistä vaihtoehtoista (Boyd ym. 2008, Shalish ym. 2012). Jotta hammaslääkärit voivat onnistuneesti suorittaa oikomishoitoja potilaille, täytyy heidän ottaa huomioon aina oma kliininen kokemuksensa ja potilaan mielipiteet. Silti myös tämän hetkisten tutkimusten antamat tiedot eri hoitomuotojen mahdollisuuksista ja rajoitteista täytyy ottaa aina huomioon, vaikka ne eivät ole ainoita hoitopäätökseen vaikuttavia tekijöitä. (Papadimitriou ym. 2018)

Kalvo-oikominen on huomaamaton ja potilaalle helppo oikomisen muoto (Lautala 2018). Perinteiseen kiinteäkojehoitoon verrattuna kalvo-oikomismenetelmillä tehdyissä oikomishoidoissa päivystyskäyntien määrä on käytännössä olematon ja potilaan tuoliaika on lyhyempi, jolloin kalvohoito on usein potilaalle helpompi vaihtoehto kuin perinteinen oikomishoito (Buschang ym. 2014). Kalvo-oikomishoidon esteettisyyden vuoksi oikomishoitoon hakeutuu myös potilaita pelkästään ulkonäöllisten seikkojen vuoksi: yhä pienempiä hampaiden asentomuutoksia halutaan korjata, kun on tarjolla huomaamaton, esteettisempi oikomisvaihtoehto. Potilaat usein yhdistävät perinteiset oikomismenetelmät kasvojen ulkonäön heikkenemiseen (Ziuchkovski ym. 2008). Tämä herättää huolta oikomishoitoa kaipaavien potilaiden kesken (Rosvall ym. 2009). Sosiaalisen median vaikuttajamarkkinointi lisää myös tietoisuutta kalvo-oikomisesta ja sosiaalinen media itsessään lisää ulkonäkökeskeisyyttä.

Hakukonetulosten perusteella Suomessa käytetyistä kalvo-oikomismenetelmistä yleisimpiä ovat Invisalign ja Clear Aligner®. Invisalign on suosittu kalvo-oikomismenetelmä, joka vastaa nykyajan esteettisiä vaatimuksia (Vice ym. 2010). Useat kalvo-oikomista käsittelevät tutkimukset pohjautuvat Invisalign-kalvoilla toteutettuihin hoitoihin.

2.1. Kalvohoidon käytännön toteutus

Kalvo-oikominen on oikomismenetelmä, jossa käytetään läpinäkyviä irrotettavia kalvoja (kuva 1), jotka kiinnittyvät hampaisiin muovisten kiinnikkeiden (otepintojen) avulla (kuva 2). Kalvo on ohut ja läpinäkyvä, joten se on hyvin huomaamaton. Kalvot valmistetaan lämpömuovatususta lääketieteellisestä polykarbonaatista. Kalvo-oikomishoidossa jokaista potilasta kohden valmistetaan sarja yksilöllisiä kalvoja. Kalvosarja valmistetaan tarkan hoitosuunnitelman mukaisesti, sillä jokainen kalvo liikuttaa hampaistoa tietyn määrän tiettyyn suuntaan. Hoitosuunnitelma on sähköisessä muodossa ja tietokoneohjelma laatii mallinnuksen hampaiden siirtymisestä (Best ym. 2017). Kalvo-oikomishoidon suunnitteluun käytetään kunkin kalvovalmistajan sähköistä työkalua, jonka 3D-mallinnuksella (CAD/CAM) hammaslääkäri saa valmistajan laatiman valmiin hoitosuunnitelman. Yleisimmän valmistajan Invisalignin ClinCheck on esimerkki tästä ohjelman laatimasta suunnitelmasta. Hoitava hammaslääkäri voi kuitenkin itse vaikuttaa suunnitelman tekoon ja muuttaa näin alkuperäistä hoitosuunnitelmaa. Kun hoitosuunnitelma on hyväksytty, kalvovalmistaja toimittaa kiskot vastaanotolle. Yksi kalvohoidon suurimmista eduista on, että sekä potilailla että hammaslääkärillä on mahdollisuus tarkastella hoitotuloksen suunniteltua lopputulosta tietokoneohjelman avulla jo ennen hoidon aloitusta (Miller ym. 2007). Tällöin potilas saa jo hoidon alussa tiedon siitä, miltä paras mahdollinen lopputulos voisi näyttää. Tämä motivoi potilasta hoidon aikana ja samalla vähentää potilaiden väärinymmärryksiä siitä, kuinka hoito tulee muuttamaan purentaa ja hampaiden ulkonäköä.

Kalvohoidot perustuvat irrotettaviin, 7–14 vuorokauden välein vaihdettaviin kalvoihin. Kalvohoitoja toteuttavien hammaslääkärien täytyy luottaa potilaiden

motivaatioon ja siihen, että potilaat käyttävät kalvoja koko hoidon ajan suunnitelman mukaan. (Ke ym. 2019) Uusi kalvo otetaan käyttöön yleensä 7–10 päivän välein. Kalvon on oltava suussa vähintään 20 tuntia vuorokaudessa. Käytännössä kalvot otetaan suusta vain hampaiden puhdistamisen ja syömisen ajaksi. Vettä voi kalvot suussa juoda, mutta muuta juodessa tulisi kalvot ottaa pois suusta. (Lautala 2018)



Kuva 1. Invisalign-kalvo (<https://urbanafamily.com/wp-content/uploads/invisalign.jpg>)



Kuva 2. Otepinnat (<https://drgarethedwards.co.uk/invisalign-attachments-explained/>)

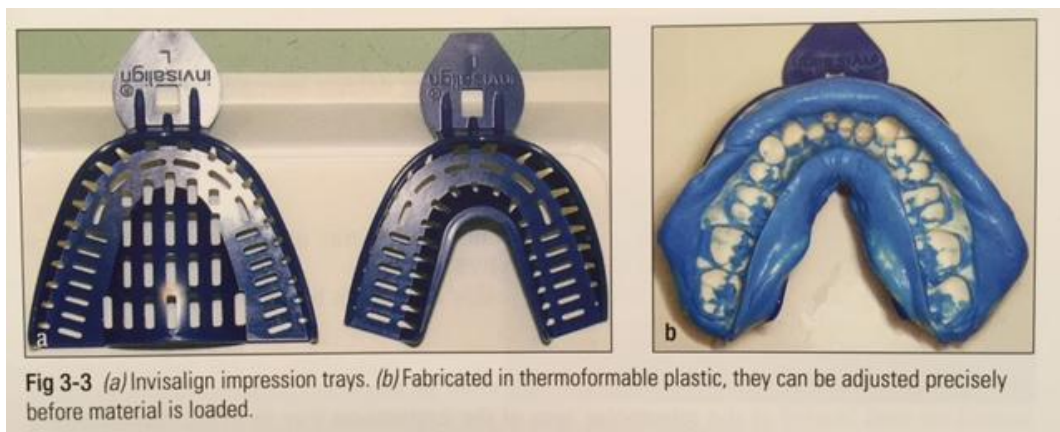


New
iTero Element 5D*



Kuva 3. iTero skanneri (<http://www.iteo.com/en/products>)

Kuva 4. Trios 3 Shape skanneri (<https://www.3shape.com/en/scanners/trios#section-for-trios-models>)



Kuva 5 Invisalign tarkkuusjäljennös (Bouches RB, Clinical Success in Invisalign Orthodontic Treatment, p. 33, Quintessence 2011)

3. KALVO-OIKOMISEN KÄYTTÖKOHTEET

Alun perin kalvo-oikomismenetelmiä käytettiin vain hoidettaessa lieviä purentavirheitä. Osa tuotemerkeistä keskittyy edelleen tähän tarkoitukseen, mutta nykyään kalvoilla oiotaan myös vaativampia purentavirheitä. (Weir 2017). Kalvo-oikominen soveltuu hyvin lievien tai kohtalaisten ahtauksien ja niihin liittyvien asentovirheiden hoitoon. Kalvot soveltuvat hyvin myös lievän ja kohtalaisen aukkoisuuden (1-6mm) hoitoon ja kiinteäkojehoidon jälkeiseen retentioon. (McNamara ym. 2001)

Potilaille, joilla on avautuvan tyyppinen purenta, kalvo-oikominen toimii hyvin (Harris ym. 2020). Aikaisemmin kalvo-oikominen ei ole soveltunut syväpurennan tai sulkeutuvan purentasuhteen korjaamiseen yhtä hyvin kuin kiinteäkojehoito. Tähän ongelmaan esimerkiksi Invisalign on kehittänyt uusia ratkaisuja. Kalvojen ominaisuuksia pyritään kehittämään koko ajan näitä ongelmakohtia ratkaisemaan. Esimerkiksi Invisalign on kehittänyt uuden 5G menetelmän, jonka ominaisuudet parantavat kalvon kykyä kontrolloituun etualueen intruusioon ja premolaarialueen ekstruusioon. Yleensä kalvoilla aikaansaatua intrudoivaa voimaa ei saada kohdistettua hampaan juuren pituusakselin suuntaisesti, estäen näin hampaan täydellisen intrusioon. Uudella menetelmällä voima saadaan kohdistettua juuren pituusakselin suuntaisesti, mikä mahdollistaa hampaan kontrolloidumman intrusioon. Nämä uudet kalvojen ominaisuudet mahdollistavat kalvojen monipuolisemman käytön myös syvän purennan hoidossa. Kiinteäkojehoidon avulla saadaan edelleen aikaan enemmän luustollisia vaikutuksia, mutta myös kalvoilla pystytään avaamaan purentaa. (Henick ym. 2021)

Biomekaanisesti kalvot toimivat kuten suoran oikomiskaaren tekniikka. Tällöin hampaisiin kohdistuva momentti ja voima kohdistetaan hampaan kruunuosaan. Teknisesti tämä aiheuttaa ongelmia suurta momenttia vaativissa hampaiden liikkeissä sekä pitkiä hampaiden yhdensuuntaissiirtoja vaativissa tilanteissa. Kalvo-oikominen ei ole tehokas hoitamaan kaikkia purentavirheitä. Kalvot eivät sovellu hyvin muun muassa hampaiden bukkolinguaaliseen torkkaukseen eli juurten kallistamiseen kortikaalista luuta vasten, hampaiden interokklusaalisiin

sagittaalisiin muutoksiin, ylipurentojen hoitoon, poistoaukkojen sulkemiseen ja okklusaalisten kontaktien muuttamiseen ja laajentamiseen. Näihin purentavirheisiin kalvo-oikominen ei toimi yhtä tehokkaasti kuin perinteiset kiinteät kojeet (Djeu ym. 2005, Giancotti ym. 2006, Pavoni ym. 2011).

Kalvo-oikominen soveltuu hyvin ylä- ja alahampaiden kallistamiseen bukkaalisesti tai linguaalisesti (Hennessy ym. 2016). Kalvo-oikomisella voidaan hoitaa lievää horisontaalista ja vertikaalista ylipurentaa. Normaalialueen ylipurentaa pystytään myös ylläpitämään hyvin kalvo-oikomishoidossa. Prokлинаaatiolla eli labiaalisella inkisiivien kallistamisella voidaan saada osittain korjattua syvä- ja avopurentaa. (Khosravi ym. 2017) Tutkimusten mukaan aikuisilla, joilla on Angle II-typin purentavirhe, voidaan Invisalignin avulla distaloida ylämolaareja ($\leq \frac{1}{2}$ kuspi), ilman kasvokorkeuden muutosta, mikäli hoidon aikana ei tarvitse poistaa hampaita. (Ravera ym. 2016). Purenta voi myös avautua liiallisen hammaskaarien laajentamisen myötä. Jos hammaskaaret laajenevat niin, että niiden leveydet eivät enää vastaa toisiaan, syntyy herkästi myös sagittaalinen ongelma ja horisontaalinen ylipurenta kasvaa. (Lautala 2018)

Tutkimuksissa havaittiin, että Invisalignilla on kyky korjata lieviä ja keskivaikeita ahtaustilanteita, joissa ei tarvitse poistaa hampaita oikomishoidon takia. Tällöin kalvohoito ei aiheuttanut huomattavia muutoksia alaetuhampaiden asentoon tai inkлинаatioon eli kallistumiseen. Vakavissa ahtaustilanteissa ($\geq 6\text{mm}$) kalvo-oikominen kuitenkin päinvastoin aiheutti hampaiden protruusiota ja prokлинаatiota. (Duncan ym. 2016)

Kalvo-oikomisella on merkittäviä rajoitteita. Tällaisia ovat yläleuan taka-alueen laajentaminen hampaiden yhdensuuntaissiirtymän kautta (Solano-Mendoza ym. 2017, Houle ym. 2017), kulmahampaiden (Kravitz ym. 2009, Kravitz ym. 2008) ja premolaareiden (Simon ym. 2017) rotaatioliikkeiden aikaansaaminen, yläetuhampaiden ekstruusio (Kravitz ym. 2009) ja ylipurennan kontrollointi (Krieger ym. 2012, Krieger ym. 2011). Myös hampaiden inkлинаaatiot ja okklusaalikontaktien luominen on haastavaa kalvo-oikomishoidossa (Li ym. 2015, Grünheid ym. 2016, Djeu ym. 2005). Tutkimusten mukaan, kalvojen

lisänä käytettävät kiinnikkeet ja ylikorjaukset ovat hoidossa suositeltavia (Solano-Mendoza ym. 2017, Houlu ym. 2017, Kravitz ym. 2009, Kravitz ym. 2008, Simon ym. 2017). Kaikkein vaikein liike toteuttaa kalvohoidoilla on ekstruusio (Rossini ym. 2015). Kiinteiden kojeiden avulla pystytään tekemään tarkkoja jopa 0,5mm muokkauksia siihen, minkä verran hammasta halutaan ekstrudoida. Kalvot taas peittävät hampaan okklusaalipinnat estäen näin hampaan ekstruusiota ja sen laskeutumista purentaan. Samasta syystä okklusiokontaktien aikaansaaminen on kalvohoidoissa haasteellista. (Ke ym. 2019)

Perinteiset kiinteät kojeet saavat aikaan koronaalisen ja bukkaalisen voiman hampaan resistenssikeskukseen, tämä voi johtaa kallistumiseen ja proklinaatioon kiinteiden kojeiden käytön aikana. Kalvot taas pystyvät siirtämään hampaita siten, että kalvo siirtää mahdollisesti vain yhtä hammasta kerrallaan. Myös useamman hampaan siirtäminen samaan aikaan on kuitenkin mahdollista. Segmentittäinen siirtäminen, jossa on mahdollista distaloida ensin ylämolaareja, sitten premolaareja ja kulmahampaita, jotta saadaan molaari- ja kulmahammassuhde lähemmäksi A1-purentaa, on mahdollista siis vain kalvo-oikomisessa ja vähentää näin hampaiden proklinaatiota. (Isaacson ym. 1993)

Sekä kiinteäkojehoito että kalvo-oikominen soveltuvat kasvunsa päättäneille aikuisille, joilla on Angle I-tyypin purentasuhde ja lievä tai keskivaikea purentavirhe (Papadimitrou ym. 2018, Li ym. 2015). Jos potilaille ei tarvitse tehdä oikomiseen liittyviä hampaiden poistoja, voidaan kalvo-oikomista suositella. (Papadimitrou ym. 2018). Kalvo-oikominen voi kuitenkin myös soveltua tapauksiin, jotka vaativat oikomisesta johtuvia hampaiden poistoja. Kalvo-oikominen vaatii kuitenkin enemmän aikaa eikä ole yhtä tehokas korjaamaan bukkolinguaalisia inkлинаatioita eikä okklusaalisia kontakteja kiinteäkojehoitoon verrattuna. (Li ym. 2015)

Kalvo-oikomisesta on tehty useita tutkimuksia. Silti selviä tieteellisiin faktoihin pohjautuvia klinisiä suosituksia siitä, mihin kalvo-oikomista voidaan käyttää, ei voida tehdä. (Papadimitriou ym. 2018)

4. HAMPAIDEN SIIRRON ENNUSTAMINEN KALVO-OIKOMISHOIDOSSA

Kalvo-oikomishoito on verrattain uusi oikomismenetelmä. Tämän takia ei kalvohoitojen ennustettavuudesta ole vielä kovin yhtenäisiä tutkimustuloksia, vaan tutkimuksissa esiintyy ristiriitoja.

Charalampakis ym. 2018 tutkimuksessa kalvo-oikomishoidon ennustettavuus inkisiivien horisontaalisissa liikkeissä ja ekstruusiassa oli hyvä. Rossini ym. 2015 tutkimuksessa ekstruusion ennustettavuus oli kuitenkin vain 30% luokkaa. Charalampakis ym. 2018 tutkimuksessa kävi ilmi, että inkisiivien intruusion ennustetta ei voitu pitää luotettavana. Rotaatioliikkeiden suuruus oli odotettua vähäisempää. Yläkulmahampaissa ennusteen ja toteutuneen rotaation ero oli suurin. Parhaiten liikkeen pystyi ennustamaan yläpremolaareissa, joissa oli pienin ero ennusteen ja toteutuneen liikkeen välillä. Kravitz ym. 2009 tutkimuksessa osoitettiin, että hammaskaaren supistaminen (lingual constriction) oli ennustettavampaa kuin esimerkiksi ekstruusio.

Grünheid ym. 2017 tutkimuksessa, verrattaessa Invisalignin ClinCheck ennusteita varsinaisiin hampaiden siirtymisiin, todettiin tilastollisesti merkitseviä ($P < 0,05$) eroja. Yläleuan lateraaliset inkisiivit, kulmahampaat sekä ensimmäiset premolaarit eivät poikenneet ennusteesta. Kulmahampaiden ja premolaarien, eli pyöreiden hampaiden, rotaatio oli epätäydellistä. Ylämolaarien liike kaikkiin suuntiin oli vähäisempää kuin ennusteessa. Alaleuassa kaikkien hampaiden liikkuvuus poikkesi ennustetuista arvoista. Vaikka tulokset olivat tilastollisesti merkitseviä, eivät ennustetun ja lopullisen tuloksen erot olleet kliinisesti merkittäviä. Tutkimuksessa kliinisesti merkittävänä eroina pidettiin yli 0,5mm eroavaisuutta todellisen siirtymisen ja ennustetun sagittaalsiirtymän välillä ja yli 2° kallistumiseroa ennusteeseen verrattuna. Poikkeuksena tähän oli yläleuan toisten molaarien liian suuri hoidon jälkeinen bukkaalinen kruunutorkki, joka oli ennustettua suurempi. (Papadimitrou ym. 2018) Kirjallisuuskatsauksessa todettiin, että Invisalign voi ennustettavasti siirtää, kallistaa ja kiertää etuhampaita ja molareja, mutta ei kulmahampaita ja premolaareja.

Monien muokkaustenkin jälkeen kalvo-oikomisen rajoitteena on huono ennustettavuus intruusio ja ekstruusioliikkeissä. Hampaiden liikkuvuuden ennustettavuus vaihtelee sen mukaan, mikä hammas on kyseessä, miten hammasta halutaan siirtää sekä onko hammas ylä- vai alahammaskaarella (Robertson ym. 2019). Yläetuhampaiden ekstruusio näyttää olevan ennustettavissa toisin kuin intruusioliike, joka on rajoittunut. Yläinkisiivit ekstrudoituivat vaikka suunnitelmissa oli intruusio. Alainkisiivit sekä -kulmahampaat intrudotuivat ennustetta huonommin. Ylämolaarien intruusiota tapahtui huomattavasti enemmän kuin oli ennustettu. Myös ylämolaarien mesio-bukkaaliset kuspit olivat huomattavasti intrudoituneempia kuin suunnitelmissa. (Dai ym. 2019) Tutkimuksen harha sekä pieni otanta kuitenkin viittaavat siihen, että vertikaalisten liikkeiden ennusteisiin kaivataan lisää tutkimuksia, eikä näihin tuloksiin voida vielä luottaa.

Grünheid ym. 2017 mukaan useimmiten hampaiden liikkeiden ennustaminen onnistuu hyvin tarkasti, mutta joissain tapauksissa voi lopullinen tulos poiketa ennustetusta. Eniten haasteita tuottaa hampaiden todellisen rotaatioliikkeen määrän ennustaminen. Toisaalta etuhampaiden siirtyminen on usein hyvin ennusteiden mukaista, samoin hampaiden pienet horisontaaliset liikkeet. Hammaslääkärin tieto siitä, minkä hampaiden ja liikkeiden ennustettavuus on vaikeinta, mahdollistaa hammaslääkärille tilaisuuden muuttaa ohjelman antamaa sähköistä hoitosuunnitelmaa (Grünheid ym. 2017).

5. KALVO-OIKOMISEN JA KIIENTEÄKOJEHOIDON EROT

5.1. Oikomisen tulokset

Kalvo-oikomisen ja kiinteäkojehoidon välillä ei ole todettu merkittävää eroa yläetuhampaiden proklinaatioissa lievissä ahtauksissa (Hennessy ym. 2016). Invisalign® kalvo-oikominen ei ole yhtä tehokas juurien siirtämisessä. (Pavoni ym. 2011) Kalvo-oikominen soveltuu kiinteitä kojeita huonommin hampaiden bukkolinguaalisiin inkлинаatioihin ja okklusaalikontaktien aikaansaamiseen. Merkittäviä eroja ei löytynyt tutkittaessa hampaiden suoristusta (alignment), interproksimaalisia kontakteja tai juurien angulaatiota. (Djeu ym. 2005, Li ym. 2015)

Invisalignin on todettu sulkevan aukkoja ja korjaavan etualueen kiertymisiä yhtä hyvin kuin perinteiset kiinteät kojeet (Djeu ym. 2005). Kalvot eivät kuitenkaan saa aikaan transversaalista dentoalveolaarista leveyttä tai laajenna ylähammaskaarta yhtä hyvin kuin kiinteät kojeet (Pavoni ym. 2011). Oikomishoidon sisältäessä hampaiden poistoja kiinteät kojeet ovat oikomishoidossa tehokkaampia kuin kalvot (Li ym. 2015). Grünheid ym. 2016 tutkimuksessa raportoitiin, että Invisalign hoito lisäsi alaleuan kulmahampaiden välistä etäisyyttä, toisin kuin kiinteäkojehoito. Kiinteillä kojeilla alaetualueen leveys pysyi samana ja kulmahampaat suoristuivat. Samassa tutkimuksessa raportoitiin, että kiinteäkojehoidossa alaetuhampaiden bukkolinguaalinen kallistus väheni huomattavasti, kun taas kalvohoito ei tätä muuttanut. Kiinteät kojeet sekä Invisalign pystyvät molemmat korjaamaan purentavirheitä, mutta kiinteillä kojeilla saatiin aikaan suurempia parannuksia. Kiinteillä kojeilla saadaan aikaan riittävät okklusaaliset kontaktit, pystytään kontrolloimaan hampaiden torkkausta ja lisäämään leukojen transversaalista leveyttä (Gu ym. 2017). Toisaalta etualueen ahtauksissa kalvo-oikomisella on ehdotettu saatavan loistavia tuloksia (Lanteri ym. 2018).

Kuncio ym. 2007 tutkimuksen mukaan rententiovaiheessa relapsia tapahtuu ensimmäisten kolmen vuoden aikana enemmän Invisalign®-hoitojen jälkeen kuin kiinteäkojehoidossa. Kiinteäkojehoidon ja kalvo-oikomisen välillä ei tutkimusten

mukaan ole löydetty huomattavia eroja siinä, miten jälkihoito järjestetään tai kuinka kauan hoidon jälkeinen retentio kestää. Kalvo-oikomispotilailla tapahtui relapsia useammin kuin kiinteiden kojeiden avulla hoidetuilla potilailla. Hoitoprotokollat erosivat siinä, että Invisalign-hoidossa kalvoja vaihdetaan kahden viikon välein, tällöin hampaaseen kohdistuvat uudet siirtävät voimat. Ei kuitenkaan ole tutkimuksia, jotka tukisivat kahden viikon välein tapahtuvaa voimien muutosten merkitystä. Kiinteillä kojeilla hoidettavassa ryhmässä kiinteät kojeet aktivoitiin 4-6 viikon välein. Jopa ideaaliset oikomisvoimat aiheuttavat alveoliluun resorptiota. Proffitin 2000 tutkimuksen mukaan resorption mitätöiminen vaatii 7-14 päivää, ja saman verran aikaa tarvitaan parodontaaliligamenttien regeneraatioon ja korjaantumiseen. Kiinteitä kojeita voidaan aktivoida korkeintaan kolmen viikon välein. Mikäli kojeita aktivoidaan lyhyemmällä aikavälillä alveoliluun ja parodontaaliligamentit voivat vaurioitua pysyvästi estämällä alveoliluun korjausprosessin (Storey ym. 1973, Proffit ym. 2000). Kalvo-oikomiseen liittyvä relapsoituminen voi siis johtua siitä, että kalvojen vaihto kahden viikon välein ei salli alveoliluun palautumista ja parodontaalikudoksen regeneroitumista (Proffit ym. 2000). On myös ehdotettu, että kahden viikon välein tapahtuva kalvojen vaihto ja voimien muutos, on liian lyhyt ja johtaa näin heikompaan luunmuodostukseen ja suurempiin relapseihin (Zheng ym. 2017). Tämän hetkinen tieto hampaiden siirtämisen optimaalisista voimista on, että tietty voima tietyssä ajanjaksossa saa aikaan mahdollisimman suuren hampaan siirron ilman kudosvaurioita (Ren ym. 2003, Rossini ym. 2015). Hampaiden siirto Invisalign hoidossa perustuu etäisyyden muutokseen toisin kuin kiinteäkojehoidossa, jossa se on voimaan perustuvaa.

Staatististen rajoitteiden takia on mahdotonta tietää tarkasti, millaisia voimia luodaan suoran kaaren tekniikalla kiinteäkojehoidossa. Tällöin on kuitenkin tiedossa oikomiskaarien ja jousien/koilien materiaalien ominaisuudet sekä stressi/rasitussuhteet. (Proffit ym. 2000) Vaikka siis kiinteillä kojeilla ja kalvo-oikomismenetelmillä voidaan siirtää hampaita kliinisesti hyväksyttäviin asentoihin, ei ole kirjallisuutta kalvojen aiheuttamien voimien suuruuksista (Zheng ym. 2017).

Invisalign-ryhmässä kokonaismuutos (total alignment score) oli retention jälkeen merkittävästi suurempi kuin kiinteäkojeryhmässä. Merkittävästi suurempia muutoksia todettiin Invisalign-ryhmän yläetuhampaiden asennoissa kuin kiinteillä kojeilla hoidetuilla henkilöillä. (Kuncio ym. 2007)

Kalvo-oikomista ja kiinteäkojehoittoa vertailevien tutkimusten tulokset ovat edelleen ristiriitaisia. Vanhojen tutkimusten mukaan kalvo-oikominen ei ole tehokas oikomismenetelmä. Kuitenkin uudemmat tutkimukset antavat positiivisempia tuloksia kalvo-oikomisen tehokkuudesta. Satunnaiskontrolloituja tutkimuksia on vielä todella vähän, minkä takia kohorttitutkimuksia on käytetty kirjallisuuskatsauksissa, ja nämä voivat johtaa tutkimusharhoihin (bias). Tutkimuksissa on myös korkea määrä heterogeenistä informaatiota, jonka takia tuloksia on tarkasteltava varovasti. Tarvitaankin lisää satunnaiskontrolloituja tutkimuksia, jotta saadaan enemmän näyttöä kiinteäkojehoittojen ja kalvo-oikomishoidon eroista ja hoitojen tehokkuudesta. (Ke ym. 2019)

5.2. Oikomishoitoon käytetty aika

Kalvohoitojen on joissakin tutkimuksissa todettu johtavan lyhyempään hoitoaikana verrattuna kiinteillä kojeilla tehtyihin hoitoihin (Djeu ym. 2005, Gu ym. 2017, Grunheid ym. 2017) Toisaalta Gu ym. 2014 tutkimuksessa todettiin, että hoitoaika ei poikkea huomattavasti hoitomuotojen välillä. Lievissä purentavirheissä kalvo-oikominen saattaa olla hieman nopeampaa verrattuna kiinteäkojehoittoon, mutta vaikeammissa purentavirheissä kalvo-oikominen ei ole yhtä tehokasta (Gu ym. 2017, Djeu ym. 2005).

Buschang ym. 2014 tutkimuksessa vertailtiin ajan käyttöä oikomishoidossa. Tutkimuksessa oli mukana kaksi vertailuryhmää, joissa molemmissa oli 150 potilasta. Toisessa ryhmässä potilaita hoidettiin kalvoilla ja toisessa kiinteillä kojeilla. Kaikilla potilailla oli lievä tai keskivaikea AI purentavirhe (≤ 5 mm etualueen ahtautta). Potilailta ei poistettu hampaita. Kaikkia potilaita hoidettiin samalla vastaanotolla, saman oikojan toimesta ja hänellä oli sama hoitotavoite molemmissa potilasryhmissä. Tutkimus osoitti, että kiinteäkojehoitto vaati

huomattavasti enemmän käyntikertoja (noin 4,0), enemmän ensiapukäyntejä (1,0), pidempiä ensiapukäyntiaikoja (7,0 minuuttia) ja myös kokonaishoidon tuoliaika oli pidempi (93,4 minuuttia) verrattuna kalvo-oikomisryhmään. Kiinteäkojepotilailla kuluu käynneillä enemmän aikaa, koska käynneillä pitää usein säätää kaarilankoja ja/tai braketteja. Kiinteäkojepotilailla kului enemmän aikaa hoitotuloksen viimeistelyyn.

Kalvo-oikomispotilaiden tuoliaika on 50% lyhyempi kuin kiinteäkojepotilaiden. Myös hoitokäyntejä on kalvo-oikomispotilailla 67% vähemmän. Ensiapukäyntejä ei kalvo-oikomishoidossa yleisesti ole, koska kalvoissa ei ole irrallisia osia kuten braketteja tai ligatuuria, jotka voisivat hajota tai irrota. Kalvot myös otetaan pois suusta ruokailun ajaksi, mikä vähentää hajoamisen riskiä puremisen aikana. Ero voi selittyä hoitoväleillä. Kalvopotilaat kävivät vastaanotolla 10-12 viikon välein, kun taas perinteisillä kiinteäkojeilla hoidettavat potilaat kuuden viikon välein.

Sekä Djeu ym. 2014 ja Buschang ym. 2014 tutkimukset osoittivat, että kalvo-oikomisen hoitoaika oli lyhyempi kuin kiinteillä kojeilla tehdyissä hoidoissa. Kiinteäkojehoidon hoitoaika oli keskimäärin noin 1,7 vuotta (Djeu) ja 17 kuukautta (Buschang), kun taas kalvohoidon pituus oli 1,4 vuotta (Djeu) ja 11,5 kuukautta (Buschang). Tämä voi kuitenkin johtua siitä, että kiinteillä kojeilla hoidetaan vaativampia purentavirheitä kuin kalvoilla. (Buschang PH. 2014) Myös Zheng ym. 2017 totesivat, että kalvo-oikominen on nopeampaa kuin kiinteäkojehoidossa, jos oikominen ei vaadi poistoja.

Jos hoitoon kuitenkin yhdistetään premolaarien poisto/poistoja tai kalvo-oikominen yhdistetään kiinteäkojehoitoon, hoitoaika pitenee verrattuna pelkkään kiinteäkojehoitoon. (Li ym. 2015, Bollen ym. 2003) Jos poistoja vaatinut tilanne halutaan hoitaa vain kalvoilla, on hoito jopa 44% pidempi verrattuna kiinteillä kojeilla tehtyyn hoitoon (Li ym. 2015). On siis oletettavaa, että kalvo-oikomisen lyhyempi hoitoaika toteutuu vain lieviä tai kohtalaisia purentavirheitä hoidettaessa. (Baldwin ym. 2008)

5.3. Parodontium

Oikomishoidolla on suoria ja epäsuoria vaikutuksia parodontologiseen statukseen ja yleiseen suun terveyteen (Cantekin ym. 2011). Parodontiumin reaktiot oikomiskojeisiin riippuvat monista tekijöistä. Yksilön vastustuskyky, systeemisairaudet ja plakin määrä vaikuttavat, kuinka hampaiden kiinnityskudokset reagoivat. Myös elämäntavoilla on vaikutusta kiinnityskudosten heikentymiseen. Tupakointi voi heikentää parodontiumia, ja suuhygieniatottumuksilla on merkittävä vaikutus kiinnityskudoksiin oikomishoidon aikana. (Talic ym. 2011) Tämänhetkinen kirjallisuus tukee väitettä, että oikomishoidon aikana potilaiden plakki-indeksi (PI) nousee ja yleinen suunterveys heikkenee varsinkin kiinteäkojehoidon aikana (Kaygisiz ym., Akgun ym., Boke ym., Al-Anezi ym. 2014). Irrotettavien oikomiskojeiden käyttö voi minimoida oikomiseen liittyviä negatiivisia vaikutuksia kiinnityskudoksiin, sillä potilaiden on helpompi pitää yllä hyvää suuhygieniaa (Rossini ym. 2014). Kalvot myös soveltuvat potilaille, joilla on ienvetäymiä hampaistossa tai heikentynyt parodontium (Lautala 2018).

Kalvohoidoilla toteutettua oikomishoitoa on pidetty turvallisena, esteettisenä ja mukavana oikomismuotona kasvunsa päättäneillä, mutta vain muutamat tutkimukset ovat keskittyneet hoidon sivuvaikutuksiin (Kravitz ym. 2009, Krieger ym. 2012). Kun otetaan huomioon, että hampaat ja kiinnittynyt ien ovat kalvojen peittämänä lähes koko päivän, on tärkeää arvioida kliiniseltä näkökannalta, millaisia vaikutuksia kalvoilla on kiinnityskudoksiin (Rossini ym. 2014). Kalvo-oikomisesta on tehty kaksi systeemaattista arviota tehtiin, joissa on keskitytty sen suomiin mahdollisuuksiin, mutta kumpikaan ei raportoinut kalvo-oikomisen vaikutuksista kiinnityskudoksiin (Lagravère ym. 2005, Rossini ym. 2014).

Levrini ym. tilastoivat parodontaali-indeksejä kolmessa 10 hengen potilasryhmässä: kalvo-oikominen, kiinteäkojehoito ja ei-oikomishoitoa. Tutkimuksessa arvioitiin biofilmin kokonaismäärää ja bakteeripopulaatioiden laatua kerätyissä plakkinäytteissä. Kalvo-oikomisryhmällä oli merkittävästi paremmat tulokset tutkittaessa plakki-indeksiä (PI), ientaskumittauksen jälkeistä

verenvuotoa (BOP), ientaskusyvyvyyksiä (PPD) ja biofilmin määrää. (Levrini ym. 2013)

Miethke ym. 2005 ja 2007 tutkimuksissa verrattiin parodontaali-indeksejä myös kolmessa eri potilasryhmässä. Vertailtavina olevat potilasryhmät olivat: kalvo-oikominen, bukkaaliset kiinteät kojeet ja kiinteät linguaalikojeet (30 potilasta, joka ryhmässä). Tutkimuksen mukaan plakki-indeksi (PI) oli pienempi kalvo-oikomisryhmässä kuin ryhmässä, jossa oli bukkaalisesti kiinnitetyt kiinteät kojeet. Ero oli tilastollisesti merkitsevä. Kalvo-oikomishoitoa ja linguaalisesti kiinnitettyjä kiinteitä kojeita verrattaessa, tilastollisesti merkittävät erot löydettiin plakki-indeksiä (PI), ientulehdusindeksiä (GI), papillaarista vuotoindeksiä (PBI) ja ientaskusyvyvyyksiä (PPD) verrattaessa. Kalvo-oikomishoidossa kaikki indeksit olivat parempia.

Karkhanechi ym. arvioivat vuoden 2013 tutkimuksessa parodontaali-indeksien vaihtelua kalvo-oikomisryhmässä ja kiinteäkojeryhmässä 6 viikon, 6 kuukauden ja 12 kuukauden jälkeen hoidon alusta. Tutkimuksessa löydettiin ryhmien välillä tilastollisesti merkittäviä eroja plakki-indeksin (PI) osalta 6 ja 12 kuukauden jälkeen, ientaskumittauksen jälkeisessä verenvuodossa (BOP) 12 kuukauden jälkeen, ientulehdusindeksin (GI) kohdalla 6 ja 12 kuukauden jälkeen ja ientaskusyvyyksissä (PPD) 6 viikon sekä 6 ja 12 kuukauden kohdalla. Myös Jiang ym. 2018 kirjallisuuskatsauksen mukaan plakki-indeksi (PI), ientulehdusindeksi (GI) ja ientaskusyvytydet (PPD) olivat matalammat kalvo-oikomishoidon aikana kuin kiinteäkojehoidossa.

Bollen ym. 2008 tutkimuksen mukaan oikomishoidon vaikutuksista kiinnityskudosten terveyteen puuttuu luotettavaa tietoa. Myös van Gastel ym. 2007 systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa ja Talic 2011 tutkimuksessa totesivat, että oikomiskojeiden aiheuttamat plakkiretentiot ovat pääasiallinen riskitekijä oikomishoidon aikana syntyville parodontaalisairauksille, ei itse oikomishoito. Oikomishoito itsessään ei lisää parodontologisten patogeenien määrää. Suuhygienialla ja puhdistustekniikoilla on suuri vaikutus oikomispotilaiden parodontaalistatukseen (Talic ym. 2011).

Rossini ym. 2015 systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen valittiin 5 tutkimusta, joissa analysoitiin kalvo-oikomisen vaikutusta parodontaaliterveyteen (Miethke ym. 2005, Miethke ym. 2007, Low ym. 2007, Karkhanechi ym. 2013, Levrini ym. 2013). Neljä tutkimusta raportoi tilastollisesti merkittävän eron plakki-indeksin (PI) kohdalla. Plakki-indeksi oli pienempi kalvo-oikomispotilailla verrattuna kiinteäkojepotilaisiin (bukkaalisesti ja/tai linguaalisesti kiinnitetty). (Miethke ym. 2005, Miethke ym. 2007, Karkhanechi ym. 2013, Levrini ym. 2013.) Muita parodontaali-indeksejä, kuten GI, PBI, BOP ja PPD, analysoitiin 3 tutkimuksessa. Jokaisessa tutkimuksessa ja tutkitussa parametrissa, kalvo-oikomisessa todettiin merkittävästi paremmat tulokset kiinteäkojeisiin verrattuna. (Miethke ym. 2007, Karkhanechi ym. 2013, Levrini ym. 2013) Kiinteisiin kojeisiin verrattuna kalvot ovat esteettisempiä, mukavampia potilaille sekä helpottavat hyvän suuhygienian ylläpitoa (Azapour ym. 2015, White ym. 2017)

Vaikka kalvo-oikominen on laajalle levinnyt oikomishoitomuoto, ei kalvo-oikomisen vaikutuksista kiinnityskudoksiin ole vielä kunnollisia tutkimustuloksia ja luotettavuudeltaan tulokset ovat keskinukertaisia. Tarvitaan lisää klinisiä tutkimuksia, jotta tuloksia voidaan pitää täysin luotettavina. Tämän takia kaikkiin tuloksiin täytyy suhtautua varovaisuudella. (Li ym. 2020, Haili ym. 2018, Jiang ym. 2018 Rossini ym. 2015)

5.4. Juuriresorptiot

Kiinteäkojehoidossa lievän ja kohtalaisen juuriresorption mahdollisuus on melko yleistä (Kaley & Philips: Angle Orthod 1991; 61:125-131). Yuan Li ym. 2020 tehdyssä tutkimuksessa todettiin, että juuriresorption yleisyys on huomattavasti vähäisempää kalvo-oikomishoidoissa kuin kiinteäkojehoidossa. Tutkimuksessa tutkittiin juuriresorptiota 373 juuressa 70:ltä potilaalta. Potilaista 35 hoidettiin kalvo-oikomisella ja 35:llä oli kiinteät kojeet. Juuriresorption määrää tutkittiin kartiokeilakuvausten avulla. Kuvaukset suoritettiin ennen oikomishoidon alkua ja sen loputtua. Samassa tutkimuksessa vertailtiin myös eri

kuvantamismenetelmien tarkkuutta juuriresorption määrän arvioimisessa. Eniten juuriresorptiota ilmeni kiinteäkojehoidossa yläkulmahampaissa ja lateraalisissa inkisiiveissä. Vähiten juuriresorptiota tapahtui kalvo-oikomisessa alakulmahampaissa sekä lateraalisissa inkisiiveissä. Juuriresorptiota ilmaantuu kalvo-oikomisen yhteydessä vähemmän ja resorption vaikeusaste on lievempi.

Juuriresorptio on kiinteäkojehoidon epätoivottu sivuvaikutus. Esiintyvyys vaihtelee 20-100% välillä. Vakava juuriresorptio on kuitenkin hyvin harvinaista ja sen esiintyvyys on 1-5% luokkaa, tällöin resorptiota on enemmän kuin 5mm tai neljännes juuren pituudesta. (Li ym 2020) Tämä voi johtaa epäsuotuisaan suhteeseen kruunun ja juuren välillä, minkä seurauksena voi olla jopa hampaan menetys. Tämä vaikuttaa potilaan elämänlaatuun ja oikomishoidon lopputulokseen.

Tutkimustulokset kalvo-oikomishoidon yhteydessä ilmenevästä juuriresorption määrästä ovat ristiriitaisia. PTG-kuvia vertailtaessa ylä- ja alaeuhampaissa sekä ensimmäisissä molaareissa 46%:ssa tapauksista on juuriresorption määrä ollut mitattavissa (Krieger ym. 2013). Tämän perusteella juuriresorption määrä kalvohoidossa olisi lähes sama tai hieman pienempi kuin kiinteäkojehoidossa (Castro ym. 2013, Lund ym. 2012).

Poikkeavat tutkimustulokset voivat johtua erilaisista kuvantamismenetelmistä. PTG-kuvia katsoessa, juuriresorption määrä on suurempaa. Kun tutkimuksissa on hyödynnetty kartiokeilakuvausta, tulokset viittaavat siihen, että juuriresorptio olisi kalvohoidossa vähäisempää (Iglesias-Linares ym. 2017, Wang ym. 2017). Myös periapikaalikuvia tutkittaessa, juuriresorption määrä vaikuttaa vähäisemmältä kuin PTG-kuvissa (Sameshima ym. 2001). Mikrotomograafisissa kuvissa juuriresorption määrä näyttäisi myös olevan vähäisempää (Dudic ym. 2008). Mitä epätarkempi kuvausmenetelmä on kyseessä, sitä suuremmalta resorption määrä näyttää. Koska juuriresorptio tapahtuu kolmiulotteisesti, on huomioitava, että kaksiulotteiset kuvat eivät voi antaa täysin luotettavaa tietoa resorption määrästä. Kartiokeilatografian avulla saadaan siis luotettavinta tietoa (Patel ym. 2009, Estrela ym. 2009).

Kalvoja käytetään lievemmissä purentavirheissä, jolloin juureen kohdistuva paine on pienempi kuin kiinteäkojehoidossa. Tämä voi olla syynä, miksi kalvo-oikomisen yhteydessä ei ilmene niin paljon juuriresorptiota. Jotta tutkimustulokset olisivat täysin vertailukelpoisia, tulisi oikomispotilaiden purentavirheiden oltava samaa luokkaa. (Li ym 2020)

Li ym. 2020 tutkimuksen mukaan kalvo-oikomisessa juuriresorption määrä ($0,13 \pm 0,47$ mm keskimäärin) oli vähäisempää kuin kiinteäkojehoidossa ($1,12 \pm 1,34$ mm keskimäärin) ($p < 0,001$). Kalvo-oikomisessa 56,3%:lla potilaista ilmeni juuriresorptiota kun taas kiinteäkojehoidon jälkeen sama luku oli 82,11% ($p < 0,001$). Eniten resorptiota ilmaantui kiinteäkojepotilailla lateraalisissa inkisiiveissä (yläleuka 88,52%, alaleuka 88,33%). Vähiten juuriresorptiota diagnosoitiin kalvo-oikomisella hoidetuilla potilailla kulmahampaissa (yläleuka 45%, alaleuka 35,38%).

Kiinteäkojehoidossa kaikkien hampaiden juurten pituus lyheni merkittävästi alkutilanteeseen verrattuna ($P < 0,001$), kun taas kalvo-oikomisessa näin kävi vain yläetuhampaiden ($p < 0,001$) ja alaleuan sentraalisten inkisiivien ($p = 0,001$) juurille. Eniten resorptiota tapahtui yläleuan kulmahampaissa ($1,53 \pm 1,92$ mm) ja lateraalisissa etuhampaissa ($1,31 \pm 1,33$ mm) kiinteäkojehoidon yhteydessä ja vähiten resorptiota oli kalvo-oikomisessa yläkulmahampaissa ($-0,06 \pm 0,47$ mm) ja lateraalisissa inkisiiveissä ($0,04 \pm 0,48$ mm) ($p < 0,001$). (Li ym 2020)

Li ym. 2020 tutkimuksessa yritettiin varmistaa, että korjattavat purentavirheet olisivat mahdollisimman samanlaisia. Tällöin vertailusta saatiin mahdollisimman totuudenmukaista tietoa. Usein kiinteillä kojeilla hoidetaan vakavampia purentavirheitä, jolloin suurempi resorptio voitaisiin perustella potilaiden haastavammalla alkutilanteella ja hampaiden suuremmalla siirtymällä.

Juuriresorptio oikomishoidon aikana on yleensä hoidon aiheuttamaa inflammatorista juuriresorptiota. Tämä on steriili inflammatorinen prosessi, jota ortodonttiset voimat indusoivat. Monet eri tekijät vaikuttavat resorption määrään ja ilmaantuvuuteen. Genetiikka (Al-Qawasmi ym. 2003), etnisyys (Sameshima

ym. 2003), systeemisairaudet sekä allergiat (Owman-Moll ym. 2000) vaikuttavat, kuten myös sukupuoli, ikä (de Almeida ym. 2018, Kaley ym. 1991), hoidon kesto (Liou ym. 2010) sekä se kuinka jatkuvat ja suuret voimat hoidossa vaikuttavat (Acar ym. 1999). Suuret ja jatkuvat voimat lisäävät juuriresorptioon määrää (Weltman ym. 2010, Roscoe ym. 2015, Nakano ym. 2014). Kun hoidon aikana pidetään taukoja voiman käytössä, on juuriresorptioon määrä vähäisempää (Acar ym. 1999, Levander ym. 1994), koska taukojen aikana juuren sementti ehtii korjautua (Ballard ym. 2009).

On ehdotettu, että kalvojen kohdistama voima hampaisiin on pienempi kuin kiinteäkojehoidon aiheuttama ja kalvojen vaihto tiettyjen väliaikojen jälkeen sallisi hampaille ja kiinnityskudoksille hetkellistä taukoa ortodonttisista voimista. Tämä hoitoprosessi, jossa voimat mahdollisesti jakautuvat tasaisemmin hammaskaarelle, voisi olla syy vähäisempään juuriresorptioon määrään. (Wang ym. 2017)

Myös juuriresorptioon negatiivisia arvoja on raportoitu tutkimusten yhteydessä, eli juuren kasvu on ollut mahdollista. (Li ym. 2020, Mavragani ym. 2000, Castro ym. 2013, Linge ym. 1991). Täten on tutkimustuloksia tulkittaessa huomioitava satunnaiset mittausvirheet sekä biologinen vaihtelevuus nuorissa kasvavissa henkilöissä (Mavragani ym. 2000). Jotta voitaisiin minimoida mittausvirheitä, referenssipisteen valinta tulisi normalisoida.

Gandhi ym. 2020 kirjallisuuskatsauksessa tutkittiin ainoastaan yläetuhampaissa esiintyvää juuriresorptiota. Myös tämän tutkimuksen mukaan lateraalisissa inkisiiveissä esiintyi juuriresorptiota enemmän kiinteäkojehoidossa kuin kalvo-oikomishoidossa. Aihepiirin tutkimuksia ei kuitenkaan ole runsaasti ja tulokset ovat vaihtelevia (Li ym. 2020, Gandhi ym. 2020).

6. KALVO-OIKOMINEN YLEIS- JA ERIKOISHAMMASLÄÄKÄRIN TYÖKALUNA

Vielä muutama vuosi sitten oikomishoidon erikoishammaslääkärit ja peruskoulutetut hammaslääkärit saivat hoitaa minkälaisia potilaita tahansa Invisalign kalvo-oikomismenetelmällä suoritettuaan päivän kestävän alkeis- ja sertifiointikurssin (Best ym. 2017). Nyt koulutusta on muutettu, ja uudet lisenssiä suorittavat yleishammaslääkärit saavat tehdä kalvotekniikalla aikaisempaa suppeampia hoitoja. Vuonna 2010 tehdyn tutkimuksen mukaan suurin osa alkeiskurssin käyneistä ei tuntenut itseään itsevarmaksi käyttämään Invisalignia päivän kestäneen kurssin jälkeen. Tutkimus osoitti myös, että oikomishoidon erikoishammaslääkärien ja yleishammaslääkärien potilasvalinta erosi merkittävästi. Yleishammaslääkärit valitsivat oikomishoidon erikoishammaslääkäreitä herkemmin potilaiksi Angle II- purentavirheen potilaita. Toisaalta yleishammaslääkärit eivät tutkimuksen mukaan hoitaisi kalvoilla Angle I-tyypin purentavirheitä, joissa olisi suuri etualueen diasteema. Näitä potilaita oikomishoidon erikoishammaslääkärit taas valitsivat hoidettavikseen. (Vice ym. 2010)

Oikeanlaisten purentavirheiden valinta kalvo-oikomisella suoritettavaan hoitoon on kriittinen osa potilasvalintaa. Kalvoilla on mahdollista hoitaa joitakin purentavirheitä onnistuneesti, mutta toiset voivat olla haasteellisempia. (Kravitz ym. 2009) Toisaalta biologiset perusteet esimerkiksi ahtauden hoidossa pätevät yhtälailla kalvohoidon sekä kiinteäkojehoidon suunnittelussa. Päätös poistohoidosta tai hampaiden mahduttamisesta hammaskaarelle vaatii perusteellisen hoidon suunnittelun (Proffit ym.2000). Hoito voi epäonnistua jo pelkästään väärän suunnitelman vuoksi eikä niinkään käytetyn tekniikan seurauksena.

Best ym. 2017 tutkimuksessa pyrittiin selvittämään oikomishoidon erikoishammaslääkärien ja yleishammaslääkärien suorittamien kalvo-oikomishoitojen eroja. Tutkimus suoritettiin tekemällä kysely 1000 yleishammaslääkäriille ja oikomishoidon erikoishammaslääkäriille. Lopulta kyselyyn vastasi 374 oikomishoidon erikoishammaslääkäriä ja 229

yleishammaslääkäriä, joiden vastauksiin tutkimuksen tulokset perustuvat. Tutkimuksessa vertailtiin oikomishoidon erikoishammaslääkärien ja yleishammaslääkärien potilasvalintaa, hoidon suorittamista ja taitoa käyttää kalvo-oikomista oikomisvälineenä. Tutkimuksessa pyrittiin määrittelemään, kuinka itsevarmoja oikomishoidon erikoishammaslääkärit ja peruskoulutetut hammaslääkärit olivat hoitamaan lieviä ja vakavia purentavirheitä kalvoilla saavuttaakseen ideaalipurennan. Samalla pyrittiin tutkimaan eroja hoidon suorittamisessa. Tutkimuksessa haluttiin myös verrata, miten kokemus kalvo-oikomisesta vaikutti potilasvalintaan ja siihen, kuinka lääkärit suorittivat hoidon.

Tutkimustuloksista selvisi, että oikomishoidon erikoishammaslääkärit olivat hoitaneet huomattavasti enemmän potilaita kalvojen avulla sekä koko uransa että viimeisen 12 kuukauden aikana. Oikomishoidon erikoishammaslääkärit olivat saaneet enemmän koulutusta kalvojen käytöstä kuin peruskoulutetut hammaslääkärit. Yleisesti hoitoitsevarmuus lisääntyi kokemuksen myötä sekä oikomishoidon erikoishammaslääkäreillä että peruskoulutetuilla hammaslääkäreillä. Perushammaslääkärit olivat oikomishoidon erikoishammaslääkäreihin verrattuna itsevarmempia aloittamaan kalvo-oikomishoidon useisiin purentavirheisiin. Hoitokokemuksen määrä ei vaikuttanut tuloksiin. Yleishammaslääkärit olivat oikomishoidon erikoishammaslääkäreitä itsevarmempia hoitamaan kalvoilla syvä purentaa, vaikeaa ahtautta ja Angle II-luokan purentavirheitä. Tilastollisesti merkittäviä eroja oli myös kaikissa muissa hoidon suorittamistekniikoissa paitsi hampaiden interdentaalisessa hionnassa eli stripsauksessa. (Best ym. 2017)

Peruskoulutettujen hammaslääkärien ja oikomishoidon erikoishammaslääkärien välille saatiin tilastollisesti merkittäviä eroja potilasvalinnassa, hoidon suorittamisessa ja kalvohoitojen asiantuntijuudessa. Potilasvalinnassa erot olivat kuitenkin vähäisiä. Kaiken kaikkiaan tuloksista nähtiin, että oikomishoidon erikoishammaslääkärit ja peruskoulutetut hammaslääkärit valitsivat kalvoilla toteutettaviin hoitoihin vaihtelevasti kohtuullisia ja vakavia purentavirheitä. Ryhmillä oli kuitenkin erilainen tapa hyödyntää suositeltuja apukeinoja, joka tutkijoiden mukaan demonstroi hoitotavoitteiden erilaisuutta. Oikomishoidon

erikoishammaslääkärit hyödynsivät hoidossa herkemmin kiinteitä kojeita ja muita oikomisen apukeinoja kuten hampaiden poistoja sekä käyttivät enemmän aikaa ohjelman antaman hoitosuunnitelman (ClinCheck) tutkimiseen ja muokkasivat alkuperäistä hoitosuunnitelmaa useammin kuin peruskoulutetut hammaslääkärit. Tutkimuksessa kävi ilmi, että oikomishoidon erikoishammaslääkärit kertoivat yleishammaslääkäreitä herkemmin potilaille, että heidän purentavirheensä olivat liian monimutkaisia Invisalignilla hoidettavaksi. Oikomishoidon erikoishammaslääkärit myös suosittelivat potilaille useammin kiinteäkojehoitoa, perustellen parempaa hoitotulosta kuin kalvoilla hoidettaessa. (Best ym. 2017)

d'Apuzzo ym. 2019 tutkimuksessa pyrittiin selvittämään eroja kalvo-oikomishoidossa oikomishoidon erikoishammaslääkärien ja peruskoulutettujen hammaslääkärien välillä. Tässä tutkimuksessa vastaajia oli 245, kun alun perin tutkimukseen osallistui 329 henkeä. 77% vastaajista oli oikomishoidon erikoishammaslääkäreitä ja 23% oli peruskoulutettuja hammaslääkäreitä. 21% tutkimukseen vastanneista ilmoitti, etteivät ole käyttäneet kalvoja oikomiseen. Heistä 69% ilmoitti, että tulisivat tulevaisuudessa kuitenkin käyttämään kalvoja. Oikomishoidon erikoishammaslääkäreistä osa myös ilmoitti, etteivät käyttäneet kalvoja niiden rajoitetun hoitotuloksen ja korkeampien hoitokustannuksen takia.

Tutkimukseen vastanneet olivat kouluttautuneet kalvojen käyttöön yksityisillä kursseilla, akateemisissa seminaareissa, kongressiluennoilla sekä kirjoista tai julkaisuista. Oikomishoidon erikoishammaslääkärit kävivät enemmän akateemisissa seminaareissa (53% vs. 35% perushammaslääkärit, $P < 0,05$), kun taas peruskoulutetut hammaslääkärit kävivät enemmän yksityisillä kalvo-oikomiskursseilla (78%). Molemmat ryhmät raportoivat, että suurimmalla osalla kalvoilla hoidettavista potilaista, oli Angle I-tyypin purenta ja heillä oli joko lievää ahtautta tai aukkoisuutta. Verrattaessa potilasvalintaa eivät erot peruskoulutettujen hammaslääkärien ja oikomishoidon erikoishammaslääkärien välillä olleet suuret. Ainoa poikkeus tähän olivat potilaat, joilla oli Angle I-tyypin purenta ja joko ahtautta tai avopurentaa. Oikomishoidon erikoishammaslääkäreistä 91% ja yleishammaslääkäreistä 68% hoitivat

ahtaudesta kärsiviä potilaita kalvoilla ($P=0,0002$). Avopurentapotilaita hoiti 51% oikomishoidon erikoishammaslääkäreistä ja 32% peruskoulutetuista hammaslääkäreistä ($P<0,0462$). Noin puolet kaikista vastanneista kertoi hoitavansa kalvoilla potilaita, joilla ahtautta oli 4-6mm. Oikomishoidon erikoishammaslääkärit, jotka eivät käyttäneet kalvoja oikomisessa raportoivat, että kalvo-oikominen rajoittaa oikomistuloksia verrattuna kiinteisiin kojeisiin.

Verrattuna aikaisempaan Best ym. 2017 tutkimukseen d'Apuzzo ym. 2019 tutkimuksessa oikomishoidon erikoishammaslääkäreistä suuri osa kertoi hoitavansa Angle I- sekä Angle II-purentasuhteiden syvää purentaa kalvoilla. Erona oli myös, että oikomishoidon erikoishammaslääkärit valitsivat perushammaslääkäreitä herkemmin hoidettavaksi Angle II-purentavirheen potilaita.

7. POHDINTA

Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoite oli tuottaa suomenkielinen yhteenveto kalvo-oikomisesta tutkimustulosten valossa. Pyrimme selvittämään, mitä tutkimukseen pohjautuvaa tietoa kalvo-oikomishoidosta on ja mitä klinisiä suosituksia voisi näiden tutkimustulosten perusteella antaa. Monilla tarkastelluilla osa-alueilla tutkimustulokset olivat edelleen puutteellisia ja jopa ristiriitaisia. Tämän takia tutkimuksia olisi tärkeä tehdä lisää, sillä kalvojen ominaisuudet kehittyvät koko ajan. Kalvo-oikominen toimii jatkossa vahvasti kiinteiden oikomiskojeiden rinnalla ja voi jossain tapauksissa jopa syrjäyttää ne.

Kalvo-oikominen on uusi ja edelleen kehittyvä oikomismuoto (Henick ym. 2021). Kalvojen esteettisyys ja helppous potilaalle (Lautala 2018) ovat johtaneet siihen, että yhä pienempiä hampaiden asentomuutoksia ollaan valmiita korjaamaan oikomisen avulla. Kalvo-oikominen on huomaamaton ja nopea oikomismenetelmä lievien ja esteettisten purentavirheiden korjaukseen. Sosiaalisen median tuomat ulkonäköpaineet myös lisäävät sekä potilaiden määrää että potilaiden tarvetta saada hoitoa, joka on mahdollisimman esteettistä ja huomaamatonta. Kalvo-oikomista myös mainostetaan aktiivisesti sosiaalisessa mediassa, mikä lisää ihmisten tietoisuutta oikomisvaihtoehdoista.

Kalvohoidon käytännön toteutus on potilaalle mukavampi oikomishoitomuoto verrattuna perinteisiin kiinteisiin kojeisiin (Weir 2017). Hampaiden jäljentämiseen käytetään yleensä digitaalista skannausta (CAD/CAM) (Best ym. 2017), joka on potilaalle mukavampi vaihtoehto perinteiseen jäljentämiseen verrattuna. Perinteisessä jäljentämisessä jäljennös otetaan lusikan avulla, mikä voi herkästi aiheuttaa potilaalle yökkäysrefleksin. Optinen jäljentäminen on usein myös hammaslääkärille helpompaa, koska jäljennöksiä otettaessa on täydellisen jäljennöksen otto haastavaa. Jäljennökseen jää usein alueita, jotka eivät ole jäljentyneet kunnolla. Digitaalisen jäljennöksen täydentäminen ja korjaus onnistuu helposti ja vaivattomasti sekä lääkäriä että potilaalle. Perinteisessä jäljentämisessä tämä täydennys/korjaus ei ole mahdollista vaan koko jäljennös on otettava uudestaan. Digitaalisen jäljennöksen etuna on myös se, että potilaalle voidaan näyttää suunniteltu lopputulos ennen hoidon aloitusta

(Miller ym. 2007). Tuloksen näkeminen voi motivoida potilasta, jolloin myös potilaan sitoutuminen oikomishoitoon paranee. 3D-mallinnuksen avulla pystytään myös demonstroimaan potilaalle oikomishoidon tavoiteltu lopputulos, joka auttaa hahmottamaan hoidon kulun. Kalvo-oikominen edellyttää potilaalta hyvää hoitomotivaatiota, koska oikomishoidon onnistuminen vaatii potilaalta aktiivista kalvojen käyttöä (Ke ym. 2019). Toisaalta monia potilaita kannustaa kalvojen esteettinen ulkonäkö ja helppous.

Kalvo-oikomista voidaan nykyään hyödyntää laajemmin erilaisia purentavirheitä hoidettaessa (Weir ym. 2017). Aiemmin kalvoja sovellettiin pääasiassa potilailla, joilla oli lieviä purentavirheitä, kuten ahtautta tai aukkoisuutta (McNamara ym. 2001). Nykyään kalvoilla pystytään hoitamaan jopa potilaita, joilla on syväpurenta (Henick ym. 2021). Kalvot soveltuvat paremmin potilaille, joilla on avautuva kasvutyyppi (Harris ym. 2020). Yritykset kuten Invisalign pyrkivät jatkuvasti kehittämään kalvo-oikomisen mahdollisuuksia. Invisalignin G5 menetelmä on hyvä esimerkki siitä, miten kalvo-oikominen on viime vuosina kehittynyt. On kuitenkin muistettava, että kalvo-oikomisessa on rajoitteensa ja esimerkiksi edellä mainittu syvä purenta on usein tehokkaammin hoidettavissa kiinteillä kojeilla. Myös hampaiden juurten siirtäminen, bukkolinguaalinen torkkaus ja okklusaalisten kontaktien luominen kalvo-oikomisen avulla on haastavaa ja tutkimusten mukaan parempia hoitotuloksia saadaan perinteisillä kiinteillä kojeilla (Djeu G 2005, Giancotti A 2006, Pavoni C 2011). Kalvoihin liittyvät komplikaatiot on hyvä huomioida ennen hoidon aloittamista. Kalvo-oikominen soveltuu parhaiten Angle I-tyypin purentasuhteen omaaville kasvunsa päättäneille aikuisille, joilla on lievä tai keskivaikea purentavirhe (Papadimitrou ym. 2018, Li ym. 2015).

Hampaiden siirron ennustavuus riippuu hampaan sijainnista ja muodosta. Yleisesti parhaiten pystytään ennustamaan inkisiivien, kulmahampaiden ja premolaarien siirtämistä (Charalampakis ym. 2018, Grünheid ym. 2017). Pyöreiden hampaiden kuten kulmahampaiden ja premolaarien rotaatioliikkeiden ennustaminen tuottaa kuitenkin haasteita. Myös ylämolaarit liikkuvat vähemmän kuin on ennustettu (Grünheid ym. 2017). Yleisesti tutkimustulokset osoittavat,

että kaikkien hampaiden siirron täydellinen ennustettavuus on kalvo-oikomishoidossa haastavaa (Robertson ym. 2019, Papadimitrou ym. 2018, Grünheid ym. 2017, Dai ym. 2019). Täytyy kuitenkin huomioida, että tietokoneohjelman luomat mallinnukset ennustavat lopullista tulosta hyvin, eikä kliininen lopputulos usein eroa suunnitelmasta. Hammaslääkärin on kuitenkin tärkeää ymmärtää ja tietää, minkä hampaiden siirron ennustettavuus on vaikeaa, sillä tämä voi auttaa suunnitteluvaiheessa. (Grünheid ym. 2017) Jos lääkäri osaa valmistautua etukäteen esimerkiksi siihen, että ekstruusion määrä ei ole yhtä suuri kuin tietokoneen laatimassa hoitosuunnitelmassa, voi hammaslääkäri muuttaa suunnitelmaa ja tehdä omia korjauksia hoitosuunnitelmaan tai pyrkiä ylikorjaukseen. Tällöin saadaan haluttu lopputulos, vaikka alkuperäinen suunnitelma ei täysin toteutuisi.

Tutkimustulokset ovat erityisesti ekstruusion osalta erittäin ristiriitaisia. Yksi syy tähän onkin kalvo-oikomisen jatkuva kehittyminen: uusia kalvojen ominaisuuksia tulee koko ajan markkinoille, mutta tutkimuksia ei näistä uusista menetelmistä ole vielä ehditty tehdä. Uusia tutkimuksia tarvitaan, jotta tuloksista saadaan yhteneväisempiä ja luotettavampia.

Kiinteillä kojeilla pystytään kontrolloimaan hampaiden torkkausta ja lisäämään leukojen transversaalista leveyttä (Gu ym. 2017). Kalvot eivät laajenna ylähammaskaarta yhtä hyvin kuin kiinteät kojeet (Pavoni ym. 2011). Mikäli oikomishoito vaatii hampaiden poistoja, saadaan kiinteillä kojeilla usein parempi lopputulos (Li ym. 2015).

Tutkimusten mukaan kalvo-oikomisessa tapahtuu kolmen vuoden retentiovaiheen aikana kiinteäkojehoitoa useammin relapseja (Kuncio ym. 2007). Tämän hetkisen tiedon mukaan kalvojen aiheuttama kahden viikon välein tapahtuva voimien muutos, on liian lyhyt alveoliluun resorptiolle ja appositiolle (Zheng ym. 2017). Jopa ideaaliset oikomisvoimat aiheuttavat alveoliluun resorptiota ja resorption mitätöiminen vaatii 7-14 päivää ja saman verran aikaa tarvitaan parodontaaliligamenttien regeneraatioon ja korjaantumiseen (Kuncio ym. 2007). Näin siis kalvojen tiheämpi vaihtoväli voi

estää alveoliluun täydellistä palautumista ja parodontaalikudoksen regeneroitumista johtaen heikompaan alveoliluun muodostumiseen ja johtaa näin suurempiin relapseihin (Zheng ym.2017, Proffit ym. 2000). Kalvo-oikomiseen hakeutuvat potilaat toivovat usein nopeita hoitotuloksia, mikä kannustaa nopeampaan kalvojen vaihtoon.

Lievisissä purentavirheissä kalvo-oikominen on nopeampaa verrattuna kiinteäkojehoittoon. Tällaisia lieviä purentavirheitä ovat esimerkiksi etualueen lievä ahtaus tai aukkoisuus (1-6mm) sekä etualueen kiertymiset. Vaikeammissa purentavirheissä kiinteäkojehoito on tehokkaampaa. (Gu ym. 2017, Djeu ym. 2005). Kiinteäkojehoito vaatii enemmän hoitokäyntejä ja ensiapukäyntejä. Vastaanottoajat ovat myös pidempiä. (Buschang ym. 2014). Jos oikomishoittoon yhdistetään hampaiden poistoja, hoitoaika kalvo-oikomisessa on pidempi verrattuna kiinteäkojehoittoon. Tämän takia kalvo-oikominen soveltuu hyvin lievistä purentavirheistä kärsiville potilaille, sillä oikomishoito on nopeampaa ja vaivattomampaa.

Oikomishoidolla on suoria ja epäsuoria vaikutuksia potilaan parodontiumin kuntoon (Cantekin ym. 2011). Tutkimusten mukaan kiinteäkojehoidon aikana potilaiden plakki-indeksi nousee ja yleinen suunterveys heikkenee (Kaygisiz ym. 2014, Akgun ym. 2014, Boke ym. 2014, Al-Anezi ym. 2014). Kiinteät kojeet keräävät herkästi plakkia ja vaikeuttavat hampaiden hyvää puhdistusta. Esimerkiksi tavallisen hammaslangan käyttö on mahdotonta kiinteäkojehoidon aikana. Irrotettavien kalvojen käyttö voi minimoida oikomisen aiheuttamia negatiivisia vaikutuksia kiinnityskudoksiin, sillä potilaiden on helpompi pitää yllä hyvää suuhygieniää (Rossini ym. 2014). Kalvot otetaan pois suusta hampaiden puhdistuksen ajaksi, jolloin potilas voi jatkaa samanlaisia puhdistusrutiineja kuin ennen oikomishoitoa. Kalvot myös otetaan pois suusta ruokailun ajaksi, jolloin oikomiskoje ei kerää plakkia.

Aiheesta on edelleen vain vähän tutkimuksia, mutta kaikki tutkimustulokset viittaavat siihen, että kalvo-oikominen on parodontiumin kannalta parempi hoitomuoto verrattuna kiinteäkojehoittoon. Plakki-indeksi oli tutkimusten mukaan

pienempi kalvo-oikomispotilailla verrattuna kiinteillä kojeilla hoidettuihin potilaisiin (Levrini ym. 2013, Karkhanechi ym. 2013, Miethke ym. 2005, Miethke ym. 2007). Myös ientulehdusindeksi (GI), ientaskusyvyydet (PPD) ja ientaskumittauksen jälkeinen vuoto (BOP) oli vähäisempää kalvo-oikomispotilailla (Levrini ym. 2013, Karkhanechi ym. 2013, Miethke ym. 2007).

Tarkkoja kuvantamismenetelmiä käytettäessä on todettu, että juuriresorptiota on vähemmän kalvo-oikomisessa kuin kiinteäkojehoidossa (Li ym. 2020, Iglesias-Linares ym. 2017, Wang ym. 2017, Dudic ym. 2008, Sameshima ym. 2001, Patel ym. 2009, Estrela ym. 2009). Voi olla, että kalvojen kohdistama voima hampaisiin on pienempi ja että niiden vaihto sallisi kiinnityskudoksille ja hampaille hetkellistä taukoa ortodonttisista voimista, jolloin sementti ehtii korjautua eikä resorptiota synny (Wang ym. 2017, Ballard ym. 2009). Vaikka tulokset viittaavat siihen, että juuriresorptiota esiintyy kalvo-oikomisen yhteydessä vähemmän, tutkimuksia on edelleen vähän (Li ym. 2020, Gandhi ym. 2020). On edelleen epävarmaa, johtuuko resorption vähäisempi määrä kalvo-oikomishoidon yhteydessä siitä, että kalvo-oikomishoidossa hoidetaan lievempiä purentavirheitä, joissa ortodonttiset voimat ovat pienempiä ja hampaisiin kohdistuvan voiman vaikutusaika lyhyempi. Juuriresorption määrä kasvaa hoidon pidentyessä. Koska kalvo-oikomishoidot ovat usein kiinteäkojehoitoja lyhyempiä, voisi tämä olla syynä juuriresorption vähäisempään määrään (Liou ym. 2010).

Myös peruskoulutetut hammaslääkärit saavat toteuttaa kalvo-oikomista potilaille. Toisin kuin perinteisissä oikomismenetelmissä, kalvo-oikomisessa hammaslääkärien koulutuksesta vastaavat kalvojen toimittajat itse. Niin peruskoulutetut hammaslääkärit kuin oikomishoidon erikoishammaslääkärit saavat toteuttaa kalvohoitoja suoritettuaan päivän kestävän alkeis- ja sertifiointikurssin. (Best ym. 2017) Oikeanlaisten purentavirheiden valinta kalvo-oikomisella suoritettavaan hoitoon on kriittinen osa potilasvalintaa, koska joidenkin purentavirheiden hoito on kalvoilla haastavaa (Kravitz et al 2009).

Muutama tutkimus on pyrkinyt selvittämään, onko oikomishoidon erikoislääkärien ja peruskoulutettujen hammaslääkärien potilasvalinnassa ja hoidon suorittamisessa eroja. Potilasvalinnassa erot olivat vähäisiä (Best ym. 2017, d'Apuzzo ym. 2019) Oikomishoidon erikoishammaslääkärit hyödynsivät hoidossa herkemmin kiinteitä kojeita ja muita oikomisen apukeinoja kuten hampaiden poistoja sekä käyttivät enemmän aikaa ohjelman antaman hoitosuunnitelman tutkimiseen ja muokkaukseen. Oikomishoidon erikoishammaslääkärit myös suosittelivat potilaille useammin siirtymistä kiinteäkojehoittoon. (Best ym. 2017)

Kalvo-oikominen sekä oikomishoitojen 3D-suunnittelu ovat selvästi yleistymässä oikomishoidossa. Täytyy kuitenkin muistaa, että oikomishoidon suunnittelu on pysynyt yhtä haastavana kuin kiinteitä kojeita käytettäessä. Hampaat siirtyvät alveoliluun apposition ja resorption myötä, oli oikomistekniikka mikä tahansa. Samalla tavalla myös potilaan suuhygienia ja sitoutuminen hoitoon, ovat olennaisia hoidon onnistumiseksi. Onkin tärkeää, että kalvo-hoitoja suorittavalla hammaslääkärillä on ymmärrys omista tiedoista ja taidoista suorittaa oikomishoitoa ja ymmärrys siitä, kenelle oikomishoito voidaan aloittaa. Koska kalvo-oikominen on kuitenkin myös tulevaisuudessa osa oikomishoidon erikoisalaa, tulisi kaikkien oikomishoidosta kiinnostuneiden selvittää perustiedot kalvo-oikomisesta. (Lautala 2018)

LÄHTEET

Acar A, Canyurek U, Kocaaga M, Erverdi N. Continuous vs. discontinuous force application and root resorption. *The Angle orthodontist*. 1999;69(2): 159–63. discussion 63-4.

Akgun, O.M., Altug, H., Karacay, S., Guven Polat, G., Duyan, S. and Bedir, O. (2014) Effect of 2 elastomeric ligatures on microbial flora and peri- odontal status in orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 145, 667–71.

Al-Anezi, S.A. (2014) Dental plaque associated with self-ligating brackets during the initial phase of orthodontic treatment: a 3-month preliminary study. *Journal of Orthodontic Science*, 3, 7–11.

Al-Qawasmi RA, Hartsfield JK Jr, Everett ET, Flury L, Liu L, Foroud TM, et al. Genetic predisposition to external apical root resorption. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 2003;123(3):242–52.

Azaripour A, Weusmann J, Mahmoodi B, Peppas D, Gerhold-Ay A, Van Noorden C, et al. Braces versus Invisalign(R): gingival parameters and patients' satisfaction during treatment: a cross-sectional study. *BMC Oral Health*. 2015;15:69.

Baldwin DK, King G, Ramsay DS, Huang G, Bollen AM. Activation time and material stiffness of sequential removable orthodontic appliances. Part 3: premolar extraction patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;133:837-45.

Ballard DJ, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 11. Continuous vs intermittent controlled orthodontic forces on root resorption. A microcomputed-tomography study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 2009;136(1):8.e1–8; discussion – 9.

Best A. D , Shroff B , Carrico C. K , Lindauer S. J. Treatment management between orthodontist and general practitioners performing clear aligner therapy. *Angle Orthod*. 2017;87:432-9.

Boke, F., Gazioglu, C., Akkaya, S. and Akkaya, M. (2014) Relationship between orthodontic treatment and gingival health: a retrospective study. *European Journal of Dentistry*, 8, 373–80.

Bollen, A.M., Cunha-Cruz, J., Bakko, D.W., Huang, G.J. and Hujoel, P.P. (2008) The effects of orthodontic therapy on periodontal health: a systematic review of controlled evidence. *Journal of the American Dental Association* (1939), 139, 413–22.

Boyd RL. Esthetic orthodontic treatment using the invisalign appliance for moderate to complex malocclusions. *J Dent Educ*. 2008;72(8):948-67.

Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: the basic science aspects. *The Angle orthodontist*. 2002; 72(2):175–9.

Buschang PH, Shaw SG, Ross M, Crosby D, Campbell PM. Comparative time efficiency of aligner therapy and conventional edgewise braces. *Angle Orthod* 2014;84:391–6.

Cantekin, K., Celikoglu, M., Karadas, M., Yildirim, H. and Erdem, A. (2011) Effects of orthodontic treatment with fixed appliances on oral health status: a comprehensive study. *Journal of Dental Sciences*, 6, 235–8.

Castro IO, Alencar AH, Valladares-Neto J, Estrela C. Apical root resorption due to orthodontic treatment detected by cone beam computed tomography. *The Angle orthodontist*. 2013;83(2):196–203.

Charalampakis O, Iliadi A, Ueno H, Oliver DR, Kim KB. Accuracy of clear aligners: a retrospective study of patients who needed refinement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018;154(1):47-54.

D'Apuzzo F., Perillo L., Carrico C. K., et al. Clear aligner treatment: different perspectives between orthodontists and general dentists. *Progress in Orthodontics*. 2019;20(1):p. 10. doi: 10.1186/s40510-019-0263-3. - DOI - PMC - PubMed.

Dai FF, Xu TM, Shu G. Comparison of achieved and predicted tooth movement of maxillary first molars and central incisors: first premolar extraction treatment with Invisalign. *Angle Orthod*.2019;89(5):679-87.

de Almeida MR, Marcal ASB, Fernandes TMF, Vasconcelos JB, de Almeida RR, Nanda R. A comparative study of the effect of the intrusion arch and straight wire mechanics on incisor root resorption: a randomized, controlled trial. *The Angle orthodontist*. 2018;88(1):20–6.

Djeu G, Shelton C, Maganzini A. Outcome assessment of Invisalign and traditional orthodontic treatment compared with the American Board of Orthodontics objective grading system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005;128:292-8.

Dudic A, Giannopoulou C, Martinez M, Montet X, Kiliaridis S. Diagnostic accuracy of digitized periapical radiographs validated against micro-computed tomography scanning in evaluating orthodontically induced apical root resorption. *Eur J Oral Sci.* 2008;116(5):467–72.

Duncan LO, Piedade L, Lekic M, Cunha RS, Wiltshire WA. Changes in mandibular incisor position and arch form resulting from Invisalign correction of the crowded dentition treated nonextraction. *Angle Orthod.* 2016;86(4):577–83. doi: 10.2319/042415-280.1.

Estrela C, Bueno MR, De Alencar AH, Mattar R, Valladares Neto J, Azevedo BC, et al. Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone beam computed tomography. *J Endod.* 2009;35(11):1491–7.

Gandhi V, Mehta S, Gauthier M, Mu J, Kuo CL, Nanda R, Yadav S. Comparison of external apical root resorption with clear aligners and pre-adjusted edgewise appliances in non-extraction cases: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2021 Jan 29;43(1):15-24. doi: 10.1093/ejo/cjaa013. PMID: 32077935; PMCID: PMC7846172.

Grünheid T, Gaalaas S, Hamdan H, Larson BE. Effect of clear aligner therapy on the buccolingual inclination of mandibular canines and the intercanine distance. *Angle Orthod.* 2016;86(1):10–6.

Gu J, Tang JS, Skulski B, Jr Fields HW, Beck FM, Firestone AR, et al. Evaluation of Invisalign treatment effectiveness and efficiency compared with conventional fixed appliances using the peer assessment rating index. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;151:259–66. doi: 10.1016/j.ajodo.2016.06.041.

Haili Lu, MD, Haifang Tang, MD, Tian Zhou, MD, and Na Kang, MD, PhD
Assessment of the periodontal health status in patients undergoing orthodontic treatment with fixed appliances and Invisalign system A meta-analysis

Harris K, Ojima K, Dan C, Upadhyay M, Alshehri A, Kuo CL, Mu J, Uribe F, Nanda R. Evaluation of open bite closure using clear aligners: a retrospective study. *Prog Orthod*. 2020 Aug 24;21(1):23. doi: 10.1186/s40510-020-00325-5. PMID: 32830306; PMCID: PMC7443419.

Henick D, Dayan W, Dunford R, Warunek S, Al-Jewair T. Effects of Invisalign (G5) with virtual bite ramps for skeletal deep overbite malocclusion correction in adults. *Angle Orthod*. 2021 Mar 1;91(2):164-70. doi: 10.2319/072220-646.1. PMID: 33434276

Hennessy J, Garvey T, Al-Awadhi EA. A randomized clinical trial comparing mandibular incisor proclination produced by fixed labial appliances and clear aligners. *Angle Orthod*. 2016;86(5):706-12.

Iglesias-Linares A, Sonnenberg B, Solano B, Yanez-Vico RM, Solano E, Lindauer SJ, et al. Orthodontically induced external apical root resorption in patients treated with fixed appliances vs removable aligners. *The Angle orthodontist*. 2017;87(1):3–10.

Isaacson RJ, Lindauer SJ, Davidovitch M. On tooth movement. *Angle Orthod*. 1993;63:305–9.

Jiang Q, Li J, Mei L, Du J, Levrini L, Abbate GM, Li H. Periodontal health during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: A meta-analysis. *J Am Dent Assoc*. 2018 Aug;149(8):712-20.e12. doi: 10.1016/j.adaj.2018.04.010. Epub 2018 Jun 18. PMID: 29921415.

Kaley J, Phillips C. Factors related to root resorption in edgewise practice. *The Angle orthodontist*. 1991;61(2):125–32.

Kaygisiz, E., Uzuner, F.D., Yuksel, S., Taner, L., Culhaoğlu, R., Sezgin, Y. and Ateş, C. (2014) Effects of self-ligating and conventional brackets on halitosis

and periodontal conditions. *The Angle Orthodontist*, First published on August 7, 2014, 10.2319/041714-289.1.

Ke Y, Zhu Y, Zhu M. A comparison of treatment effectiveness between clear aligner and fixed appliance therapies. *BMC Oral Health*. 2019;19:2.

Khosravi R, Cohan B, Hujoel P, et al. Management of overbite with the Invisalign appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017;151(4):691–9 e2.

Kravitz, N.D., Kusnoto, B., Agran, B. and Viana, G. (2009) How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135, 27–35.

Krieger E, Drechsler T, Schmidtmann I, Jacobs C, Haag S, Wehrbein H. Apical root resorption during orthodontic treatment with aligners? A retrospective radiometric study *Head & face medicine*. 2013;9:21.

Krieger E, Seiferth J, Marinello I, Jung BA, Wriedt S, Jacobs C, et al. Invisalign® treatment in the anterior region were the predicted tooth movements achieved? *J Orofac Orthop*. 2012;73(5):365–76. doi: 10.1007/s00056-012-0097-9.

Krieger E, Seiferth J, Saric I, Jung BA, Wehrbein H. Accuracy of Invisalign® treatments in the anterior tooth region. First results. *J Orofac Orthop*. 2011;72(2):141–49. doi: 10.1007/s00056-011-0017-4.

Kuncio D, Maganzini A, Shelton C, Freeman K. Invisalign and traditional orthodontic treatment postretention outcomes compared using the American Board of Orthodontics objective grading system. *Angle Orthod*. 2007;77:864–9. doi: 10.2319/100106-398.1.

Lagravère, M.O. and Flores-Mir, C. (2005) The treatment effects of Invisalign orthodontic aligners: a systematic review. *Journal of the American Dental Association* (1939), 136, 1724–9.

Lanteri V, Farronato G, Lanteri C, Caravita R, Cossellu G. The efficacy of orthodontic treatments for anterior crowding with Invisalign compared with fixed appliances using the peer assessment rating index. *Quintessence Int.* 2018;49:581–7.

Levander E, Malmgren O, Eliasson S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *Eur J Orthod.* 1994;16(3):223–8.

Levrini, L., Abbate, G.M., Migliori, F., Orrù, G., Sauro, S. and Caprioglio, A. (2013) Assessment of the periodontal health status in patients undergoing orthodontic treatment with fixed or removable appliances. A microbiological and preliminary clinical study. *Cumhuriyet Dental Journal*, 16, 296–307.

Li W, Wang S, Zhang Y. The effectiveness of the Invisalign appliance in extraction cases using the ABO model grading system: a multicenter randomized controlled trial. *Int J Clin Exp Med.* 2015;8:8276–82.

Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics.* 1991;99(1):35–43.

Liou EJ, Chang PM. Apical root resorption in orthodontic patients with en-masse maxillary anterior retraction and intrusion with miniscrews. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics.* 2010;137(2):207–12.

Lund H, Grondahl K, Hansen K, Grondahl HG. Apical root resorption during orthodontic treatment. A prospective study using cone beam CT. *The Angle orthodontist*. 2012;82(3):480–7.

Mavragani M, Vergari A, Selliseth NJ, Boe OE, Wisth PL. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with a standard edgewise and a straight-wire edgewise technique. *Eur J Orthod*. 2000;22(6):665–74.

Mc Namara JA, Brudon WL, Kokich VG, eds. *Orthodontics and dentofacial orthopedics*. Ann Arbor, MI: Needham Press;2001.

Miethke, R.R. and Brauner, K. (2007) A Comparison of the periodontal health of patients during treatment with the Invisalign system and with fixed lingual appliances. *Journal of Orofacial Orthopaedics*, 68, 223–31.

Miethke, R.R. and Vogt, S. (2005) A comparison of the periodontal health of patients during treatment with the Invisalign system and with fixed orthodontic appliances. *Journal of Orofacial Orthopaedics*, 66, 219–29.

Miller KB, McGorray SP, Womack R, et al. A comparison of treatment impacts between Invisalign aligner and fixed appliance therapy during the first week of treatment. *Am J Orthod DentofacialOrthop*. 2007;131(3):302.e1-e9.

Nakano T, Hotokezaka H, Hashimoto M, Sirisoontorn I, Arita K, Kurohama T, et al. Effects of different types of tooth movement and force magnitudes on the amount of tooth movement and root resorption in rats. *The Angle orthodontist*. 2014;84(6):1079–85.

Owman-Moll P, Kurol J. Root resorption after orthodontic treatment in high- and low-risk patients: analysis of allergy as a possible predisposing factor. *Eur J Orthod*. 2000;22(6):657–63.

Papadimitriou A, Mousouleas S, Gkantidis N, Kloukos D. Clinical effectiveness of Invisalign® orthodontic treatment: a systematic review. *Prog Orthod*. 2018;19(1):37.

Patel S, Dawood A, Wilson R, Horner K, Mannocci F. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography—an in vivo investigation. *Int Endod J*. 2009;42(9):831–8.

Pithon MM, Baião FCS, Sant’Anna LIDA, Paranhos LR, Cople Maia L. Assessment of the effectiveness of invisible aligners compared with conventional appliance in aesthetic and functional orthodontic treatment: A systematic review. *J Invest Clin Dent*. 2019;10:e12455. <https://doi.org/10.1111/jicd.12455>

Proffit WR, Fields HW Jr. Contemporary orthodontics, vol. 296–361. 3rd ed: USA: Mosby; 2000. p. 594–614.

Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Angle Orthod*. 2003;73:86-92.

Roscoe MG, Meira JB, Cattaneo PM. Association of orthodontic force system and root resorption: a systematic review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 2015;147(5):610–26.

Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi C. L. Periodontal health during clear align-ers treatment: a systematic review. *Eur J Orthod*. 2015;37:539-43.

Rossini, G., Parrini, S., Castroflorio, T., Deregibus, A. and Debernardi, C. (2014) Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. *The Angle Orthodontist*, First published on November 20, 2014, 10.2319/061614-436.1.

Rosvall MD, Fields HW, Ziuchkovski J, Rosenstiel SF, Johnston WM. Attractiveness, acceptability, and value of orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2009;135(3):276e1–27612. doi: 10.1016/j.ajodo.2008.07.011.

Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. *The Angle orthodontist*. 2001;71(3):185–9.

Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: part I. Diagnostic factors. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 2001;119(5):505–10

Schaefer I, Braumann B. Halitosis, oral health and quality of life during treatment with Invisalign ((R)) and the effect of a low-dose chlorhexidine solution. *J Orofac Orthop*. 2010;71(6):430-41.

Shalish M, Cooper-Kazaz R, Ivgi I, et al. Adult patients' adjustability to orthodontic appliances. Part I: a comparison between Labial, Lingual and Invisalign. *Eur J Orthod*. 2012;34(6):724-30

Storey S. The nature of tooth movement. *Am J Orthod*. 1973;63:292-314.

Talic, N.F. (2011) Adverse effects of orthodontic treatment: a clinical perspective. *The Saudi Dental Journal*, 23, 55–9.

van Gastel, J., Quirynen, M., Teughels, W. and Carels, C. (2007) The relationships between malocclusion, fixed orthodontic appliances and periodontal disease. A review of the literature. *Australian Orthodontic Journal*, 23, 121–9.

Vice'ns J, Russo A. Comparative use of Invisalign by orthodontists and general practitioners. *Angle Orthod*. 2010;80:425–34.

Vlaskalic V, Boyd RL. Clinical evolution of the Invisalign® appliance. *J Calif Dent Assoc*. 2002;30(10):769–76.

Wang G, Yang L, Zhang YF, Luo SL, Zheng JW. [A retrospective study on incisor root resorption in patients treated with bracketless invisible appliance and straight wire appliance]. *Shanghai kou qiang yi xue = Shanghai journal of stomatology*. 2017;26(1):121–4.

Weir T. Clear aligners in orthodontic treatment. *Aust Dent J*. 2017;2(suppl 1):58–62.

Weltman B, Vig KW, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 2010;137(4):462–76; discussion 12A.

White DW, Julien KC, Jacob H, Campbell PM, Buschang PH. Discomfort associated with Invisalign and traditional brackets: a randomized, prospective trial. *Angle Orthod*. 2017;87:801–8.

Yuan Li , Shiyong Deng , Li Mei , Zhengzheng Li , Xinyun Zhang , Chao Yang and Yu Li. Prevalence and severity of apical root resorption during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: a cone beam computed tomography study

Yuan Wu, MB, Lei Cao, MB, and Jingke Cong, MB The periodontal status of removable appliances vs fixed appliances A comparative meta-analysis

Zheng M, Liu R, Ni Z, Yu Z. Efficiency, effectiveness and treatment stability of clear aligners: a systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* 2017;20:127–33.

Ziuchkovski JP, Fields HW, Johnston WM, Lindsey DT. Assessment of perceived orthodontic appliance attractiveness. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(4 Suppl):68–78. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.07.025